



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

**DETERMINACION DE HIDROCARBUROS TOTALES
EN EL AIRE POR EL METODO DE IONIZACION
DE FLAMA.**

T E S I S

Que para obtener el título de:

Q U I M I C O

p r e s e n t a

NATIVIDAD PANIVINO CALVO

MEXICO, D. F. 1973

M-174442



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO ORIGINALMENTE SEGUN EL TEMA.

PRESIDENTE	Ing. Quim. OTHON CANALES VALVERDE
VOCAL	Ing. Quim. RODOLFO SAMANO IBAÑEZ
SECRETARIO	Ing. Quim. JORGE MENCARINI PENICHE
1er. SUPLENTE	Ing. Quim. RAFAEL MORENO GONZALEZ
2do. SUPLENTE	Ing. Quim. ALBERTO CERVANTES ALVAREZ.

SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA:

INSTITUTO MEXICANO DE PETROLEO

SUSTENTANTE

NATIVIDAD PANIVINO CALVO

ASESOR DEL TEMA

Ing. Quim. OTHOM CANALES VALVERDE.

A MIS PADRES.

Con infinito cariño.

A MI HERMANA

Ma. TERESA PANIVINO DE HERNANDEZ.

Al Ing. JAIME HERNANDEZ BALBOA.
POR SU VALIOSA COLABORACION.

Al Ing. JORGE MENCARINI PENICHE.
POR LA AYUDA Y FACILIDADES BRINDADAS
PARA EL DESARROLLO DE LA PRESENTE.

AGRADEZCO LA COOPERACION QUE ME BRINDARON
LOS SEÑORES INGENIEROS:
OTHON CANALES VALVERDE
y
RODOLFO SAMANO IBAÑEZ

CONTENIDO

- CAPITULO I.- INTRODUCCION
CAPITULO II.- GENERALIDADES
CAPITULO III.- DESCRIPCION DEL METODO.
CAPITULO IV.- DETERMINACIONES.
CAPITULO V.- RESULTADOS.
CAPITULO VI.- CONCLUSIONES.
CAPITULO VII.- BIBLIOGRAFIA.

CAPITULO I

INTRODUCCION

La contaminación atmosférica producto de la actividad de la vida moderna, es actualmente un grave problema en las grandes ciudades.

La contaminación atmosférica puede definirse como: "La presencia en el aire de uno o más contaminantes tales como polvos, gases, humo, olores o vapores, en concentraciones tales que mantenidas el tiempo suficiente pueden causar molestias a la vida humana, vegetal o animal, dañar la propiedad o interferir en la comodidad de la vida".

La vida actual, requiere del uso de cantidades desmedidas de combustibles, productos químicos, materiales de construcción, etc; los cuales durante su elaboración, transporte y aplicación, contaminan el ambiente, ya sea por escape directo a la atmósfera de esos mismos productos o por formación de sus derivados.

En los últimos años se ha visto la necesidad de preservar el equilibrio ecológico en que vivimos, para lo cual en los países altamente desarrollados en los que se agudiza este problema, se han establecido una serie de leyes que tienden a evitar el desprendimiento al medio ambiente de cantidades nocivas de estos productos.

Son dos las causas que producen la contaminación atmosférica, una natural propia de los procesos físicos y químicos que ocurren en la tierra y otra artificial producida por los desperdicios de los procesos industriales y de las actividades humanas, que se dispersan o difunden en la atmósfera. La contaminación se presenta cuando los volúmenes de los contaminantes se acumulan, debido a que la velocidad de dispersión y difusión es menor que la de la aparición de los mismos.

La atmósfera es el medio propagador de las impurezas emitidas y para una fuente contaminadora de intensidad dada, los movimientos atmosféricos determinan la frecuencia, duración y concentración de los contaminantes a que estarán expuestos los posibles receptores.

Los parámetros fundamentales del transporte de contaminantes por la atmósfera son la velocidad y dirección del viento, los cuales dependen a su vez de los gradientes de temperatura. Cuanto mayor sea la velocidad del viento, mayor será la turbulencia y más rápida y completa la dispersión de los contaminantes en la atmósfera.

Los gradientes de temperatura, tanto horizontales como verticales, aumentan durante el invierno, la velocidad del viento también suele ser mayor en esta estación, no obstante se producen a veces en invierno largos períodos de calma o de escaso movimiento de aire.

El ciclo diurno del gradiente térmico, suele comenzar con un gradiente vertical inestable, que aumenta durante el día por causa del intenso calentamiento producido por el sol, el aire que está en contacto con el suelo se enfría rápidamente y el gradiente vertical comienza a disminuir. A medida que avanza la noche, la inversión se hace cada vez más intensa y de mayor profundidad, llegando al máximo alrededor de la media noche y la hora en que la temperatura de la superficie terrestre alcanza su valor máximo. En este período los contaminantes quedan retenidos en la capa de inversión o bajo ella, casi sin ninguna dispersión en sentido vertical. Al amanecer, la tierra comienza a calentarse de nuevo y la inversión desaparece poco a poco, este movimiento puede hacer que se produzcan a su vez grandes concentraciones de impurezas en las primeras horas de la mañana, hasta que la turbulencia del aire entra de nuevo en acción y los dispersa, con lo cual queda cerrado el ciclo.

La atmósfera de la Ciudad de México y Poblaciones adyacentes está contaminada y la contaminación aumenta con rapidez.

El problema de la Ciudad de México tiene orígenes diferentes al de otras ciudades del mundo, ya que además de estar situada a 2 240 m. sobre el nivel del mar, presenta características meteorológicas muy particulares, la cuenca del Valle de México se halla limitada, en sus cuatro puntos cardinales, por cordilleras que tienen una altura aproximada de 3 100 m; y volcanes con una altura de 5 400 m., por lo que -

los gases y contaminantes lanzados a la atmósfera se quedan recluidos dentro de la gran Cuenca, a menos que soplen vientos suficientemente fuertes como para arrastrarlos hacia los valles vecinos.

La combustión en automoviles y camiones que queman gasolina y diesel a una altura de 2 240 m. se efectúa en forma incompleta, puesto que los motores fueron diseñados para operar a nivel del mar y no en una atmósfera en la que el aire contiene menos oxígeno por unidad de volumen.

Al quemarse la gasolina en forma incompleta por falta de oxígeno, se producen y se arrojan a la atmósfera constantemente fuertes cantidades de monóxido de carbono, hidrocarburos, óxidos de nitrógeno, anhídrido sulfuroso, partículas sólidas y plomo principalmente.

Debido al amplio campo que abarca la contaminación ambiental, en esta tesis se estudia únicamente la contaminación de la atmósfera por hidrocarburos, sus fuentes de emisión sistemas de cuanteo y concentraciones permisibles en el aire.

CAPITULO II
GENERALIDADES

FUENTES DE CONTAMINACION DE LA ATMOSFERA POR HIDROCARBUROS.

Una de las principales fuentes de contaminación por hidrocarburos a la atmósfera es sin lugar a dudas el uso de motores de combustión interno. Día a día y en forma desorbitada ha crecido la demanda de combustibles automotrices. Los combustibles usados en motores de combustión interna son: gasolina, querosina y diesel, todos ellos derivados del petróleo o sean hidrocarburos líquidos. Durante el proceso de extracción del petróleo crudo, refinación, transporte y uso de estos combustibles hay desprendimiento de hidrocarburos que contaminan la atmósfera.

Al extraer el petróleo crudo del subsuelo y separarlo del gas asociado, la contaminación por hidrocarburos es relativamente pequeña, ya que se reduce a fugas en los pozos, --tanques de almacenamiento, bombas, compresoras, separadores de líquido-gas y quemadores.

Las instalaciones de campo están esparcidas en grandes extensiones poco habitadas, la contaminación a la atmósfera no ha dado lugar a problemas tan graves como en el caso de refinerías de petróleo, industria y empleo de combustibles para el transporte en los centros urbanos.

Como se dijo anteriormente la contaminación por hidrocarburos está íntimamente ligada con la producción y uso de

derivados del petróleo, el cual es el energético de mayor -- uso en el mundo, y en países como el nuestro representa el - 90% del consumo de energía.

El petróleo, recurso natural no renovable se encuen-- tra en yacimientos bajo tierra o mar, hasta profundidades de 5 000 metros, el cual puede encontrarse como aceite crudo - mezclado con gas natural.

El gas natural es una mezcla de hidrocarburos ligeros, metano (CH_4), etano (C_2H_6), propano (C_3H_8) y butano (C_4H_{10}) - básicamente. El aceite crudo es una mezcla de hidrocarburos- que puede contener desde pequeñas cantidades de metano (CH_4) hasta asfalto o sea hidrocarburos de muy alto peso molecular; su composición y propiedades físicas varían mucho, normalmen-- te se pueden clasificar en tres familias de hidrocarburos: - parafínicos saturados con fórmula empírica $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$; nafténicos, que son hidrocarburos de constitución cíclica y de fórmula C_nH_{2n} , se encuentran además en la mayoría de los petró- leos, cantidades más o menos grandes de hidrocarburos no sa- turados, olefinas C_nH_{2n} y aromáticos caracterizados por el - anillo bencénico C_6H_6 . También puede encontrarse en los pe-- tróleos diferentes compuestos oxigenados: ácidos nafténicos, otros ácidos orgánicos (ácidos petrólicos), fenoles, aldehi- dos y sustancias asfálticas. Algunos otros elementos pueden- encontrarse en el petróleo crudo, tales como, Nitrógeno, azu- fre, Oxígeno y metales, principalmente vanadio.

Puesto que el petróleo es una mezcla de hidrocarburos,

estos pueden separarse para su aprovechamiento por medios físicos, siendo el proceso básico de separación la destilación atmosférica y al vacío que fracciona el petróleo crudo en gases, gasolina, querosina, diesel y residuos, la composición y propiedades de cada uno de ellos depende del tipo y composición del aceite crudo.

Existen en las refinerías un gran número de plantas de proceso, destinadas a aumentar la producción de gasolina y mejorar por medio de tratamientos la calidad de los productos, así como el aprovechamiento de subproductos como es el caso del ácido sulfhídrico para producir azufre.

Un medio para mejorar gasolina, diesel, querosina y lubricantes es el que emplea un tratamiento con hidrógeno, seguido de la eliminación de ácido sulfhídrico por medio de soluciones de aminas orgánicas; el mejoramiento en las propiedades antidetonantes de las gasolinas se obtiene por medio de la reformación catalítica, proceso que transforma hidrocarburos parafínicos lineales en hidrocarburos ramificados, aromáticos y olefinas.

La capacidad instalada en las plantas de destilación primaria en México es de 100 000 m³ por día. En el año de 1972 la capacidad de destilación secundaria fué de 40 000 m³ por día, de desintegración catalítica de hidrocarburos fué de 22 000 m³ por día. Actualmente están en construcción plantas de destilación primaria con capacidad de 50 000 m³ por -

día, de destilación al vacío plantas con capacidad de - - -
60 000 m³ por día y de desintegración 17 000 m³ por día.

La producción en el año de 1972 de gasolina fué de -
9 000 000 m³, de querosina 2 400 000 m³ y de diesel - - - -
5 500 000 m³ y residuos y combustóleos 8 300 000 m³.

Las cifras anteriores nos dan una idea de la importan
cia de los productos derivados del petróleo usados como com-
bustibles en el transporte e industria.

Un factor de emisión general en kilogramo por metro -
cúbico de hidrocarburos en motores que queman gasolina es de
63.5 kilogramo por metro cúbico y 21.6 kilogramo por metro -
cúbico en motores que trabajan con combustible diesel. La --
emisión de hidrocarburos en un año en la República Mexicana,
solamente por escape en vehículos automotores en 1972 de - -
acuerdo con los datos anteriores significa 656 000 toneladas
en gasolina y en el caso de diesel 180 000 toneladas. De --
aquí la importancia que tiene el estudio de este contaminan-
te.

FACTORES DE EMISION DE HIDROCARBUROS EN REFINERIAS.

La fuente potencial de emisiones de hidrocarburos en-
las refinerías son principalmente las instalaciones para lle-
nado y descarga, muestreo, tanques de almacenamiento, separa-
dores de aceite, sistemas de venteo, regeneradores de catali-
zador, bombas, válvulas, torres de enfriamiento, calentado--

res, compresoras y eyectores.

INSTALACIONES PARA LLENADO

En las terminales de llenado de auto-tanques, carros-tanque y tambores para la distribución de combustible, las emisiones de hidrocarburos durante la operación de llenado son considerables, ya que el aire que contienen los carros-tanques y tambores es desplazado por el combustible líquido y venteado a la atmósfera. Se han probado sistemas de recuperación de vapores con resultados más o menos razonables.

La emisión por evaporación de hidrocarburos en el transvase de gasolina durante el llenado de auto-tanques, carros tanque, tanques en las gasolineras y tanques de los vehículos automotores hacen un total de 11.1 kg. por m³, lo cual significa una pérdida en volumen de 1.5 % de hidrocarburos que se disipan en la atmósfera.

MUESTREO.

Durante el muestreo de las corrientes de proceso que contienen hidrocarburos, se hace necesario antes de tomar las muestras ventear o purgar las tuberías o recipientes donde se va a muestrear, con el objeto de que la muestra sea representativa. Los hidrocarburos purgados o venteados van a dar a la atmósfera en cantidades pequeñas, pero que contribuyen a la contaminación.

TANQUES DE ALMACENAMIENTO.

Los tanques de almacenamiento son una fuente importante de emisión de hidrocarburos, los vapores de hidrocarburos se escapan a través de las válvulas de venteo instaladas en los tanques de techo fijo durante la operación de llenado o por los cambios de temperatura, también en tanques de cúpula flotante hay escape de pequeñas cantidades de hidrocarburos por evaporación directa.

Los factores promedio de emisión de hidrocarburos en tanques de almacenamiento depende de la presión de vapor del producto almacenado, tipo de producto, capacidad y tipo de tanque; por ejemplo; para un crudo con presión de vapor mayor a 0.104 kg. por m^3 de almacenamiento, los kgs. de hidrocarburos perdidos por día en tanques de cúpula fija es de 25.5 kg. por 1 000 m^3 , y para destilado de petróleo bajo las mismas condiciones es de 134 kg. por cada 1 000 m^3 .

SEPARADORES DE ACEITE.

Los equipos de proceso en las refinerías requieren ser purgados para poder darles mantenimiento o requieren de agua de enfriamiento constantemente que se contamina con los hidrocarburos manipulados por el equipo, las purgas y el agua contaminadas son enviados a sistemas de drenaje, que van a los separadores de aceite, con el objeto de eliminar los hidrocarburos líquidos, pero debido a que los separados

res son fosas abiertas a la atmósfera, todos los hidrocarburos ligeros se evaporan y contaminan el ambiente.

El factor de emisión, para los separadores es de 0.60 kg. por m³ de efluente del drenaje.

SISTEMAS DE VENTEO.

En los equipos y tuberías de las refinerías se requieren para la protección de estos elementos, instalar válvulas manuales para desalojar la presión por fallas en la operación o simplemente para poner fuera de operación al equipo y darle mantenimiento, o en las operaciones de arranque y parado de las plantas. Esta operación de venteo se hace generalmente a la atmósfera o a un quemador que emite hidrocarburos y gases a la atmósfera.

Las emisiones por este concepto son aproximadamente 850 kg. de hidrocarburos por cada 1 000 m³ de capacidad de refinación.

REGENERADORES DE CATALIZADORES.

Durante la regeneración de los catalizadores de desintegración, reformación o hidrogenación, el coque formado en la superficie del catalizador es quemado en recipientes, por medio de una combustión controlada. Los gases de combustión formados, contienen hidrocarburos y finos de catalizador y -

son algunas de las emisiones de las refinerías a la atmósfera.

BOMBAS Y COMPRESORAS.

Las bombas y compresoras pueden fugar productos entre la flecha y la carcasa. Universalmente se usan empaques y sellos mecánicos con el objeto de evitar esas fugas, sin embargo debido al uso, esos elementos se desgastan y originan fugas que tratándose de hidrocarburos ligeros se vaporizan o en el caso de hidrocarburos pesados van a los sistemas de drenaje y de ahí a los separadores de aceite.

Un factor de emisión promedio es de 63.5 kg. por cada 1 000 m³ de capacidad de refinería.

VALVULAS Y BRIDAS.

Bajo la influencia del calor, presión, vibración, fricción y corrosión, las válvulas y bridas fugan hidrocarburos líquidos, vapores o ambos dependiendo del producto y la temperatura. Se hicieron pruebas en 10 000 válvulas, indicando que la emisión total por día para este número de válvulas fué de 10 toneladas de hidrocarburos ligeros.

Una emisión promedio es de 0.226 kg. por día de hidrocarburos para válvulas que manejan hidrocarburos ligeros, con presión de vapor mayor a una atmósfera y 15°C. El prome

dio para válvulas manejando hidrocarburos pesados es de - -
0.0226 kg. de producto líquido por día.

Un promedio de emisión es de 80 kg. por cada 1 000 m³
por día de capacidad de refinería.

TORRES DE ENFRIAMIENTO.

Las refinerías de petróleo usan grandes cantidades de agua para enfriamiento, con el objeto de ahorrar agua, esta se vuelve a usar removiendo el calor absorbido en los equipos, tales como condensadores y enfriadores.

El agua que entra a la torre de enfriamiento puede -
contener hidrocarburos, debido a fugas en los cambiadores de calor. Los hidrocarburos pueden estar disueltos o en suspensión; estos hidrocarburos ligeros al pasar a la torre de enfriamiento escapan a la atmósfera.

Un factor de emisión promedio es de 1.08 kg. por m³ -
por minuto por día de agua circulada en el enfriador.

CALENTADORES Y CALDERAS.

Muchos procesos y operaciones en las refinerías de pe
tróleo necesitan el uso de vapor de alta presión o requieren de corrientes de proceso a temperaturas elevadas. Para llenar las necesidades de vapor se usa una amplia variedad de -

calentadores y calderas, así como también se usan diversos combustibles como: gas de refinería, gas natural, combustóleo, coque o una combinación de los mismos, dependiendo de la disponibilidad económica o de las condiciones de operación. Debido a que la combustión no es perfecta en el hogar de los calentadores y calderas, algunas cantidades de hidrocarburos son emitidas por las chimeneas de los equipos junto con los gases de combustión. Un factor de emisión promedio es de 400 kg. por cada 1 000 m³ de combustóleo quemado, o 0.046 kg. de hidrocarburos por m³ de gas quemado.

EYECTORES.

La mayoría de las refinerías operan algunos equipos de proceso a presión abajo de la atmosférica, para lograr bajas presiones se usan eyectores que trabajan con vapor y que están acoplados condensadores barométricos. Los hidrocarburos ligeros que no se condensan en los condensadores barométricos, sino que escapan junto con el vapor de agua a la atmósfera al momento de ser venteados.

Un factor de emisión promedio es de 370 kg. de hidrocarburos por cada 1 000 m³ de destilación al vacío del crudo.

Los factores considerados anteriormente están basados en estudios de una refinería en los Angeles, California y pueden aplicarse a otras refinerías. El tipo de crudo y los

procesos usados son factores que influyen y deben ser considerados para obtener el factor de emisión.

La estimación más seguro de emisión de hidrocarburos en refinerías de petróleo debe ser basado, en los resultados de pruebas en el sitio, particularmente para fuentes con alta variación en la velocidad de emisión, tales como tanques de almacenamiento, regeneradores de desintegración catalítica y sistemas de venteo. Sin embargo para muchas fuentes de emisión, los programas de pruebas en el campo son complicados, consumen tiempo y dinero y no son prácticos para estimados gruesos de emisiones; en tales casos se pueden usar promedios de los datos de prueba obtenidos de otras refinerías se pueden usar para preparar los estimados de emisiones.

Los estimados obtenidos en esta forma deben usarse como información, pero debido a que pueden tener errores considerables, no deben ser usados como una base sólida para conclusiones o recomendaciones relativas a leyes o reglamentos.

Las investigaciones, para la contaminación del aire en las refinerías, pueden ser necesarias para varios propósitos, y el método de investigación que se aplique deberá estar de acuerdo con el uso que se intenta dar a los datos estimados.

Existen dos métodos para el cálculo de las emisiones aproximadas en las refinerías de petróleo: un estimado muy grueso de emisiones de hidrocarburos, basados esencialmente

en la capacidad de la refinería, y un método aproximado que involucra cálculos basados en la información detallada de la refinería e información específica de las fuentes de emisión experimentada en la refinería de los Angeles, Cal.

El mejor tipo de investigación debe ser determinado - para cada caso, dependiendo del tiempo, de la información - disponible en la refinería y el uso esperado de la investigación.

Las emisiones de hidrocarburos para las refinerías de petróleo pueden variar de 0.1 a 0.6 % en peso del crudo procesado, el valor más bajo es aplicable a las refinerías que cuentan con una práctica extrema de control de las emisiones de hidrocarburos, las cuales son muy raras fuera de las localizadas en el condado de los Angeles, Cal. Los valores más altos pueden ser encontrados en refinerías sin control de - emisiones de hidrocarburos.

CONTAMINACION POR HIDROCARBUROS PRODUCIDOS POR VEHICULOS - - AUTOMOTORES.

La gasolina, es el combustible de mayor uso en los vehículos automotores y debido a la baja eficiencia de los motores de combustión interna, hacen de este combustible el principal contribuyente en hidrocarburos a la atmósfera.

Se reconoce generalmente que los componentes de los gases de escape más perjudiciales o potencialmente perjudi

ciales son los productos de combustión incompleta.

Es sabido que la combustión es la oxidación de un combustible en presencia de un comburente y que los productos o sustancias que de esta emanen dependerán de la eficiencia de la oxidación y de la composición del combustible.

Para producir energía los motores toman aire, usan oxígeno para quemar el combustible y expulsan la parte de aire no utilizada, junto con los productos de la combustión.

Los elementos del aire y del combustible no pueden consumirse completamente en ningún motor ni organismo que produzca calor y energía. Siempre hay residuos de la combustión y estos deben extraerse de los cilindros del motor y descargarse a la atmósfera.

La combustión en un motor, es una reacción química entre los elementos activos del aire, y el carbón e hidrógeno del combustible, se mezclan y se efectúa la ignición, ocurriendo dos reacciones principales:

1).- El oxígeno y el hidrógeno reaccionan desprendiendo calor y produciendo vapor de agua.

2).- El oxígeno y el carbón reaccionan produciendo calor, y dando lugar a dos diferentes combinaciones gaseosas principalmente bióxido de carbono y monóxido de carbono.

Quando la combustión se realiza en forma completa, --

los gases de escape consisten especialmente de agua y CO_2 ; - si no es así se encuentran también CO e hidrógeno; pero no - únicamente estos gases son los que pueden encontrarse en un escape de vehículos automotores, ya que los diversos elementos del aire y del combustible, se unen y reaccionan para -- formar otros compuestos. Las cantidades existentes de estas sustancias dependen de las condiciones de operación, condiciones del motor y composición del combustible empleado.

EMISIONES DE HIDROCARBUROS EN MOTORES DE GASOLINA.

Las emisiones en motores de gasolina se originan en - cuatro puntos principales: carburador, tanque de combustible, carter y escape. Las características químicas de las emisiones en los tres primeros puntos, están en relación directa - con la composición del combustible. El escape es la principal fuente de emisiones. Los diferentes constituyentes de - los escapes en vehículos automotores, van a la atmósfera y - ahí reaccionan con otros contaminantes efectuándose entonces reacciones fotoquímicas, que a su vez dan lugar a otros contaminantes.

Los cambios en las condiciones de operación de los motores afectan tanto la composición, como la concentración de los gases de escape y su volumen. A velocidad uniforme se - producen relaciones altas de aire-combustible, un avance del tiempo de ignición, un bajo o moderado vacío en el múltiple- de admisión y alto flujo de gases de combustión; la acelera-

ción produce relaciones moderadas de aire-combustible, avance del tiempo de ignición, presión reducida en el múltiple de admisión y un flujo rápido de gases de combustión; la desaceleración produce baja relación aire-combustible, retarda el tiempo de ignición, se tiene un elevado vacío en el múltiple de admisión y un flujo lento de gases de combustión.

La presencia de hidrocarburos en el escape es resultado de dos fenómenos: 1.- Dilución por gas residual y 2.- Enfriamiento de la pared del cilindro. En el motor de combustión interna operando en ciclo Otto, la cantidad de productos de combustión que queda en el cilindro de un ciclo a otro, depende, además de otros factores, del vacío en el múltiple y como resultado de diversos grados de dilución de la mezcla aire-combustible con el gas residual. Al aumentar el vacío, aumenta la dilución del gas residual, aproximadamente a 531 mm. de mercurio y la cantidad de gas residual que queda en el cilindro es aproximadamente un cuarto de la mezcla total combustible en el cilindro. A este nivel de dilución, la mezcla se encuentra en sus límites mínimos de combustión, y cualquier incremento en el vacío da como resultado, una combustión incompleta cada vez mayor de la mezcla en el cilindro.

Las emisiones de hidrocarburos, se afectan también por el efecto "de pared fría". Como el frente de la flama en el cilindro llega a la parte fría de la pared, las reacciones de combustión se detienen, dejando unas milésimas de pul

gada de mezcla aire-combustible parcialmente quemadas, y aún sin quemar. Este efecto ocurre a cada encendido en el motor, sobre todo en las mañanas.

La relación aire-combustible también afecta a las emisiones de hidrocarburos, las cuales aumentan durante la desaceleración, ocasionando un decremento en la relación aire- -combustible.

El mantenimiento del motor, también tiene gran in- --fluencia en la presencia de hidrocarburos en los gases de -combustión. Las fallas en encendido, puede dar como resultado que se aumente hasta cinco veces la concentración de hi--drocarburos. Las bujías sucias también tienen importancia en este efecto, cuando están excesivamente sucias, se aumenta -la concentración de hidrocarburos en los gases de combustión hasta dos veces.

EMISIONES DEL CARTER.

Aproximadamente del 20 al 25% de la emisión de hidrocarburos de los automóviles, proceden del carter. Los gases del carter consisten de una mezcla de vapores de la cámara -de combustión, gases de combustión y aceite lubricante.

OTRAS FUENTES DE EMISION.

Las otras fuentes de emisión que representan el 20% -

del total de emisión de hidrocarburos son: los vapores del tanque de combustible, la evaporación del carburador al pasar el motor y la evaporación del carburador estando el motor en operación.

TANQUE DE COMBUSTIBLE.

Cuando el tanque de combustible está parcialmente lleno, se tienen vapores de gasolina sobre la superficie del líquido. La cantidad de estos vapores que van a la atmósfera varían con la temperatura ambiente, la volatilidad del combustible y la operación del vehículo. Con una temperatura alta, el tanque de un vehículo en movimiento puede descargar a la atmósfera hasta 0.025 kg. por hora de hidrocarburos.

TABLA No. I

COMPOSICION TIPICA DE LOS HIDROCARBUROS EN LOS GASES DE ESCA
PE DE LOS AUTOMOVILES

Substancias.	Composición (en p.p.m.)
Metano	400
Parafinas C2-C5	100
Parafinas C6-	150
Total parafinas	650
Etileno	250
Propileno	70
Olefinas C4 -	80
Total Olefinas	400
Hidrocarburos acetilénicos	300
Benceno	40
Tolueno	60
Monoalquil-benceno	90
Dialquil-benceno	60
Trimetil-benceno	60
Total aromáticos	310

EMISIONES DE LOS MOTORES DIESEL

Los motores diesel emiten contaminantes exclusivamente por el escape, ya que la tensión de vapor del combustible diesel es mucho más alta que en la de la gasolina, por lo cual se consideran despreciables las emisiones por evaporación del tanque de combustible diesel. Además, el motor diesel no tiene carburador por lo cual no hay emisiones debidas a éste. También en el motor diesel se elimina completamente la emisión de gases contaminantes del carter, ya que no tiene respiración a la atmósfera y es más, en algunos motores la varilla para la medición de aceite tiene tapón de rosca hermético.

Por otra parte, el motor a diesel trabaja siempre con un gran exceso de aire, tiene muy pequeñas partes frías dentro de la cámara de combustión, trabaja a alta temperatura, por lo cual la emisión de hidrocarburos y monóxido de carbono es menor que en los motores a gasolina, que trabajan para dar mayor potencia con cantidades de aire menores a la estequiométrica, la temperatura de trabajo de estos motores es de 200 a 300°C menor que en los motores diesel y por el sistema de bujías para combustión, tienen mayor superficie de partes frías.

La emisión de contaminantes, monóxido de carbono e hidrocarburos como se dijo antes es menor en el motor a diesel que en el motor a gasolina, sin embargo, la emisión de óxi--

dos de nitrógeno y aldehidos es mayor en el motor a diesel.

El mayor problema del motor a diesel es la producción de humo visible, compuesta principalmente por partículas sólidas de carbón. El motor ciclo diesel tiene la ventaja de no tener problemas de ignición, debido a no tener platinos, distribuidor, bujías, etc., pero en cambio la eficiencia de combustión depende fundamentalmente del sistema de inyección del combustible constituido por la bomba de inyección y los inyectores, siendo de fundamental importancia la calibración y la limpieza con objeto de disminuir el humo visible.

Aproximadamente se considera que la emisión en un motor ciclo diesel es el 10% de la emisión de hidrocarburos en el motor ciclo otto.

TABLA No. II

COMPOSICION NORMAL DE LOS ESCAPES DE MOTORES DE CICLO DIESEL

Constituyentes principales (más de 1%)	Constituyentes en pequeña cantidad (menos de 1%)
Agua	Monóxido de carbono
Bióxido de carbono	Hidrógeno
Nitrógeno	Oxidos de azufre
Oxígeno	Oxidos de Nitrógeno
	Hidrocarburos no quemados
	Aldehídos
	Acidos orgánicos
	Alcoholes
	Humo (partículas de carbón)

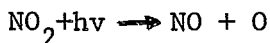
REACCIONES FOTOQUIMICAS.

Los hidrocarburos son sustancias que pueden intervenir en una serie de reacciones primarias y secundarias en una atmósfera contaminada con otros compuestos, como son el ozono y los óxidos de nitrógeno. Se ha encontrado que estas mezclas de compuestos en presencia de la luz solar son los agentes del conocido humo-niebla (smog) fotoquímico.

La contaminación fotoquímica fué reconocida como un problema serio aproximadamente en el año de 1940, y se iniciaron estudios que gradualmente han venido explicando el fenómeno. Las ciudades reciben cierta cantidad de luz solar, la cual provee luz ultravioleta que inicia las reacciones fotoquímicas.

Aunque las nieblas cargadas de humo se presentan en muchas zonas urbanas e industriales, la composición y los efectos de esa mezcla se conocen por los estudios efectuados en la ciudad de los Angeles, Cal.

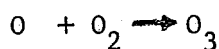
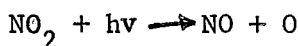
Las reacciones fotoquímicas primarias, según Leighton & Perkins son:



La cantidad de átomos de oxígeno variará con la concentración de NO_2 , y la intensidad de la radiación solar.

Para el bióxido de nitrógeno, Blacet ha propuesto una

serie de reacciones fotoquímicas, que consisten en la ruptura de un enlace para dar oxígeno atómico y óxido nítrico, en la formación de ozono, por reacción de oxígeno atómico con oxígeno diatómico ordinario y regeneración de bióxido de nitrógeno, con lo cual el proceso puede volver a repetirse. El resultado final de esta cadena de reacciones es la formación continua de ozono.



En la gran mayoría de las reacciones fotoquímicas que han estudiado los investigadores encontraron que las reacciones primarias siempre incluyen una disociación de la molécula en radicales o átomos libres.

REACTIVIDAD DE LOS HIDROCARBUROS

Una de las variables que afectan las reacciones fotoquímicas es sin lugar a duda la reactividad de los hidrocarburos. Generalmente las olefinas reaccionan rápidamente, seguido de los aromáticos con cadenas laterales, las parafinas son poco reactivas, el acetileno es relativamente inerte y el benceno es considerado no reactivo.

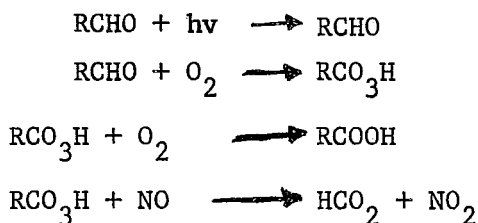
Algunos autores han acordado, que los hidrocarburos que participan en la formación de la niebla-humo (smog), son

únicamente olefinas. Las reacciones entre hidrocarburos paralínicos no se desarrollan en grandes cantidades salvo en - - reacciones desconocidas.

Las reacciones del O_3 con hidrocarburos alifáticos saturados, acetileno y aromáticos en concentraciones comunes - en el aire, resultan sumamente lentas y no se les concede importancia.

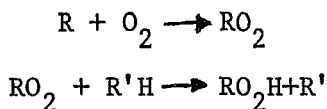
Diversos investigadores han efectuado múltiples estudios tendientes a la determinación de la cinética de las - - reacciones $O_3 + C_nH_{2n+1}$ y para identificar los productos de esta reacción. Tales productos incluyen aldehidos, cetonas, - ácidos, CO_2 , agua y aerosoles. Los productos intermedios comprenden, perácidos, peróxidos y radicales libres. Estas reacciones son sumamente complejas. Con los radicales alcoxilo, - formiato y acilatos, existe una situación parecida, que hasta ahora no han permitido una evaluación de la importancia - de las reacciones posibles.

Según Blacet, la formación de ozono como subproducto de la activación de los aldehidos o de otros compuestos orgánicos oxigenados por absorción de energía luminosa, puede explicarse mediante el siguiente proceso:



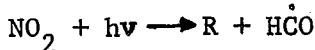
Se cree que la oxidación de los hidrocarburos a baja-

temperatura, se debe principalmente a la cadena del radical-libre:

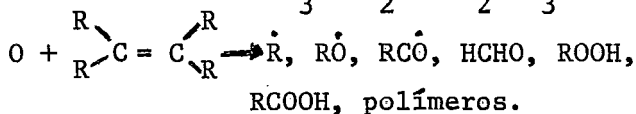
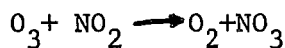
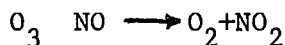
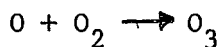


En resumen, las reacciones que se cree tienen lugar - en cantidades importantes en la atmósfera son:

Reacciones fotoquímicas primarias:



Reacciones fotoquímicas secundarias:



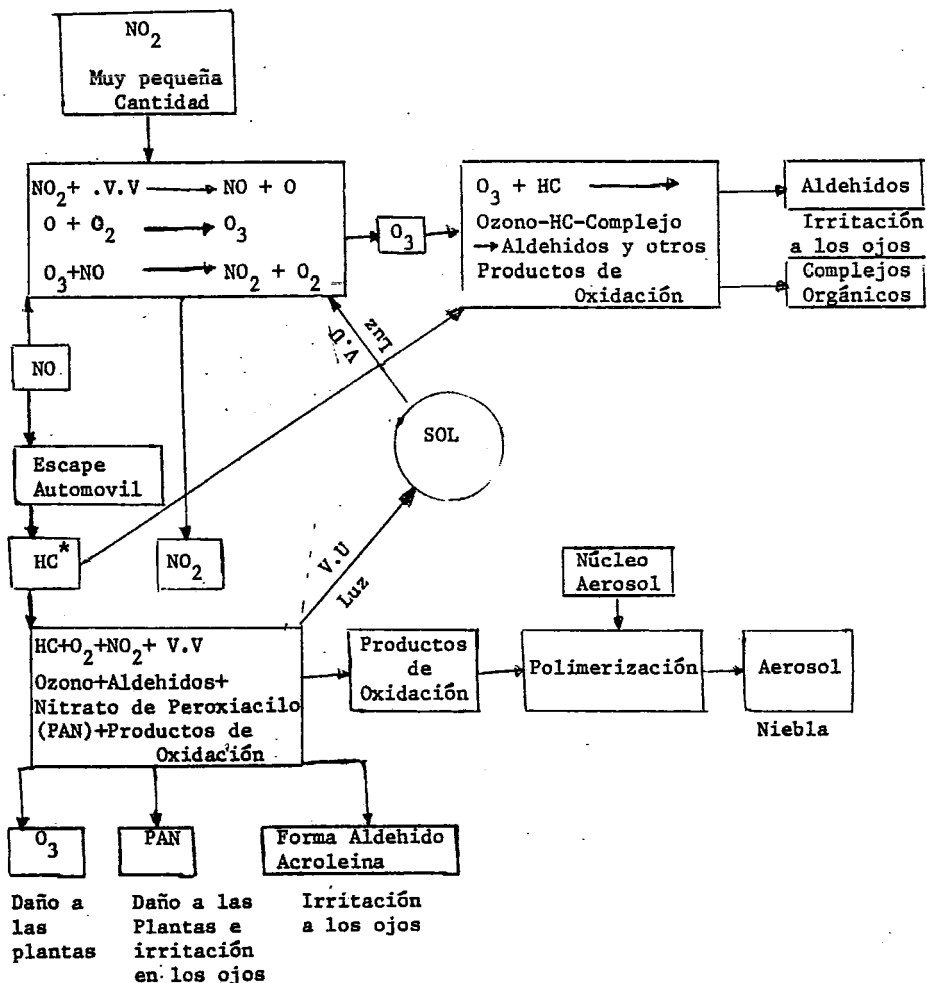
Para iniciar el proceso de las reacciones fotoquímicas solamente se necesitan, unas pocas decenas de partes por millón de óxido de nitrógeno y menos de una parte por millón de hidrocarburo reactivo.

Las impurezas condensables de los gases emanados de los vehículos de combustión interna ofrecen una estrecha semejanza con las nieblas contaminantes de la ciudad de los Angeles, Cal., lo que demuestra, su origen común en los combustibles usados en los vehículos automotores. Se han podido distinguir dos fases en la formación de esos compuestos: en-

primer lugar las reacciones que ocurren en los cilindros del motor y, en segundo lugar, las que se producen ulteriormente en el aire.

FIGURA No. 1

DIAGRAMA QUE MUESTRA LA FORMACION DEL SMOG FOTOQUIMICO.-



* - Hidrocarburos.

ASPECTOS TOXICOLOGICOS

Las nieblas contaminadas causan graves daños a la vida humana, vegetal y animal.

Al hombre lo ha afectado en diferentes formas, se ha encontrado que la contaminación atmosférica aguda agrava los casos de enfermedades crónicas, enfisema pulmonar y enfermedades cardiovasculares.

Los aldehidos son uno de los principales contribuyentes a la irritación de los ojos. El formaldehido parece detectable por su olor o malestar, a concentraciones del orden de 0.06 ppm.

La acroleína puede ser detectada por olor e irritación de los ojos en concentraciones de 0.25 ppm. pero el principio para la irritación de los ojos aparece a concentraciones de 0.75 ppm.

Los precursores de los irritantes de los ojos son los hidrocarburos en combinación con los óxidos de nitrógeno. Los productos de reacciones fotoquímicas que irritan los ojos son: formaldehido, acroleína, nitratos de peroxiacilo y nitratos de peroxibenceno.

Se ha señalado también la posibilidad de que exista una relación entre la abundancia de compuestos aromáticos, benzo (a) pireno sobre todo, en la fracción orgánica del aire de las ciudades y la frecuencia del cáncer pulmonar.

En las plantas se observan daños, por ejemplo en el tabaco y en el frijol pinto. En la escarola, lechuga y espinacas se ha podido observar la enfermedad de las hojas plateadas. También el rápido deterioro de objetos de hule, se atribuye a la acción de las nieblas contaminadas.

CAPITULO III

DESCRIPCION DEL METODO DE DETERMINACION DE HIDROCARBUROS EN-
LA ATMOSFERA.

Existen varios métodos por medio de los cuales se puede determinar directa o indirectamente el contenido de hidrocarburos en la atmósfera; entre ellos se encuentran: a) analizador de gases Orsat: b) Infrarrojo no dispersivo. c) Ionización de flama.

a) ANALIZADOR DE GASES ORSAT

Este instrumento puede aplicarse directamente para análisis de gases de combustión de automóviles, debido a la similitud entre la composición de la descarga y la de los gases de combustión.

El aparato emplea cuando menos tres soluciones químicas separadas, una para absorber el monóxido de carbono, otra el bióxido de carbono y la tercera absorbe el oxígeno de la presente muestra gaseosa. Físicamente se recoge un volumen de muestra sobre agua y se mide, posteriormente es burbujeado a través de cada una de las soluciones para remover un componente particular, se regresa al recipiente original donde se registra el cambio de volumen sufrido, que es una medida de la fracción del constituyente que estaba originalmente presente. La fracción de combustibles residuales (después de haber eliminado el bióxido de carbono, oxígeno y mo-

nóxido de carbono) se mide directamente por el bióxido de carbono formado por las reacciones de oxidación efectuadas al añadir un exceso de oxígeno.

La sensibilidad de un analizador Orsat típico es normalmente de 0.2 % en volumen o 2 000 partes por millón.

De esta manera su utilidad como detector de hidrocarburos para gases de escape de automóviles es prácticamente nula, pero encuentra aplicación en la determinación de la relación aire/combustible y de monóxido de carbono, desde casi cero hasta diez por ciento del volumen total y las exactitudes obtenidas son justificadas.

Para el análisis de hidrocarburos en aire, que es de solo unas cuantas partes por millón no es útil por su sensibilidad.

Es difícil obtener lecturas reproducibles con este aparato a menos que las sustancias químicas sean relativamente nuevas y que el operador siga un procedimiento muy definido. Si las soluciones se acercan al nivel de saturación se necesita un gran número de pasos para asegurar la completa absorción de un componente gaseoso y aún así el grado de absorción es dudoso.

b) ANALIZADOR INFRARROJO DE LONGITUD DE ONDA CONSTANTE (NO DISPERSIVO)

Un instrumento típico contiene cuatro elementos esen-

cialmente distintos:

- 1.- Una fuente de energía infrarroja, acomplada a un sistema de dobla haz siendo uno de referencia y otro de medición.
- 2.- Celdas de muestra y referencia.
- 3.- Celda detectora.
- 4.- Amplificador y detector.

Fuente luminosa.- La fuente, por ejemplo, puede ser - una pequeña bobina de alambre de Nicromel a una temperatura de operación de 900°C aproximadamente. La curva de radiación resultante para la distribución de energía se asemejaría a - la de un cuerpo radiador negro y cubrirá una región de longi tud de onda de cerca de uno a dieciséis micrones. La energía es transmitida a través de ventanas hechas de cualquiera de los materiales siguientes, cuya elección depende de la apli cación particular: sal gema, zafiro, cloruro de calcio, clo ruro de bario, cuarzo, germanio y sílice fundida.

Celdas de muestra y de referencia.- Las celdas de - - muestra y de referencia están situadas cada una en la direc ción de un rayo que viene de la fuente de energía infrarro ja. Esencialmente consta de tubos con paredes pulimentadas.- La celda de la muestra tiene puertas de entrada y salida pa ra un purgado rápido y pueden operarse a varias presiones de pendiendo de la construcción.

Las dimensiones de la celda son importantes para de--

terminar la sensibilidad, permaneciendo las demás variables-
constantes.

Amplificador y aparato de lectura.- La amplificación-
de la señal de salida se lleva a cabo por un amplificador de
corriente alterna de baja frecuencia, perfectamente regula--
da.

El aparato de lectura es generalmente un medidor pre-
ciso situado en el frente del panel y el instrumento tendrá
un punto adecuado para conectar un registrador continuo.

El infrarrojo no dispersivo reúne gran parte de lo ne-
cesario para este tipo de análisis, además se pueden pasar -
fácilmente muestras del escape a través de la celda pu-
de obtener un registro continuo de hidrocarburos, monó-
xido de carbono y dióxido de carbono.

Sin embargo, este analizador continuo tiene una seria
deficiencia se debe insertar un tubo de secado en la línea -
para eliminar la humedad de la muestra de escape.

Aunque se sabe que la humedad no interferiría seria-
mente en la medida total de hidrocarburos, monóxido y bióxido-
de carbono, el contenido extremadamente alto de agua en -
el escape no solo produce condensación en la celda, sino ade-
más un error de absorción positiva.

Además, para bajas concentraciones, como es el caso -
del análisis de aire, se necesitarían celdas demasiado gran-

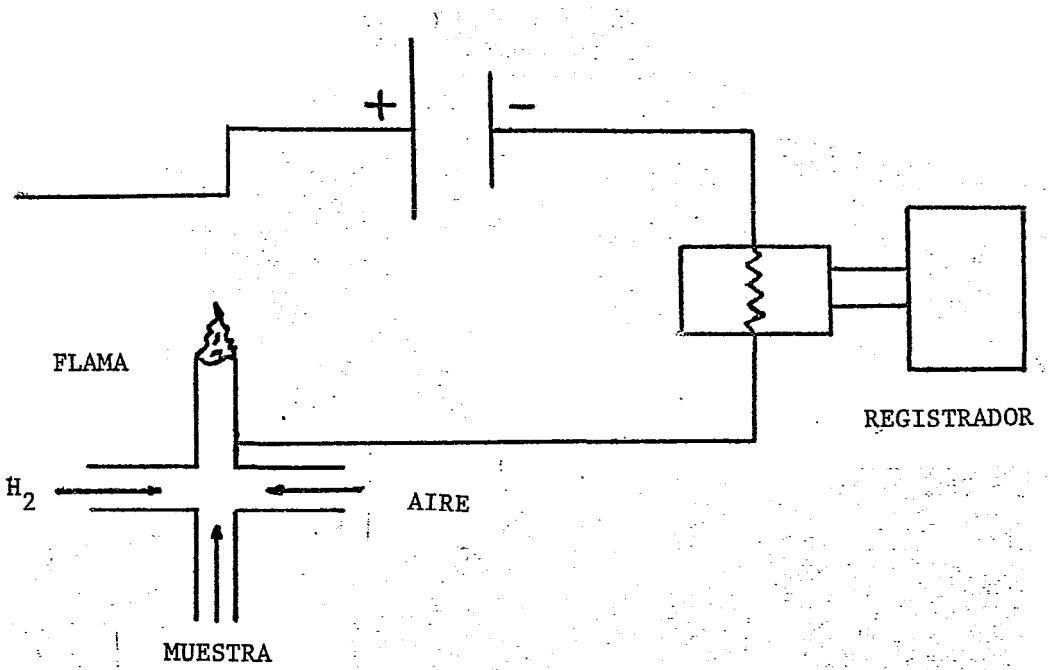
des.

El agua no absorbe a la misma longitud de onda que los hidrocarburos, pero una cantidad relativamente alta de agua produce una banda de absorción que parcialmente obscurece el pico de hidrocarburos.

c) IONIZACION DE FLAMA.

El principio en que se basa este tipo de detector, es en la variación de la conductividad eléctrica de una flama mantenida por la combustión de hidrógeno con aire. Esta combustión se efectúa en una celda en donde se encuentra un electrodo positivo llamado electrodo colector, localizado en la parte superior de la flama y un electrodo negativo que generalmente lo constituye el propio quemador. En estas condiciones existe una diferencia de potencial entre los dos electrodos, y aunque el hidrógeno al quemarse produce una corriente por la pequeña conductividad de su flama, esta se compensa eléctricamente para establecer el cero del registor, y así al efectuarse la combustión de la muestra en la flama de hidrógeno, esta aumenta su conductividad eléctrica y por lo tanto circulará una corriente a través del circuito, corriente que después de amplificarse origina una caída de voltaje como consecuencia de la resistencia de medición: es por lo tanto esta caída de voltaje una medida lineal de la corriente iónica, y es a su vez el voltaje registrado en el registor potenciométrico.

FIGURA No. 2



El detector de ionización de flama responde virtualmente a todos los componentes con excepción a los listados en la tabla No. III.

TABLA No. III

He	CS ₂	NH ₃
Ar	COS	CO
Kr	H ₂ S	CO ₂
Ne	SO ₂	H ₂ O
Xe	NO	SiCl ₄
O ₂	N ₂ O	SiHCl ₃
N ₂	NO ₂	SiF ₄

Particularmente la falta de respuesta al aire, H₂O y CS₂ hacen al detector de ionización de flama muy útil como analizador exclusivamente de hidrocarburos.

La operación del detector de ionización de flama depende de escoger: a) una velocidad apropiada del flujo de gas, b) electródo colector y c) el diseño del quemador.

La combinación de alta sensibilidad y amplia escala lineal hacen del detector de ionización de flama el escogido para análisis de trazas de hidrocarburos.

El método seleccionado para las determinaciones de hidrocarburos en la atmósfera, efectuadas para este trabajo fue el de ionización de flama, debido a su sensibilidad y precisión.

ANALIZADOR DE IONIZACION DE FLAMA A BASE DE HIDROGENO

El analizador de hidrocarburos Beckman, modelo 109-A utilizado para las determinaciones en este trabajo, determina continuamente el contenido de hidrocarburos en la corriente de un gas.

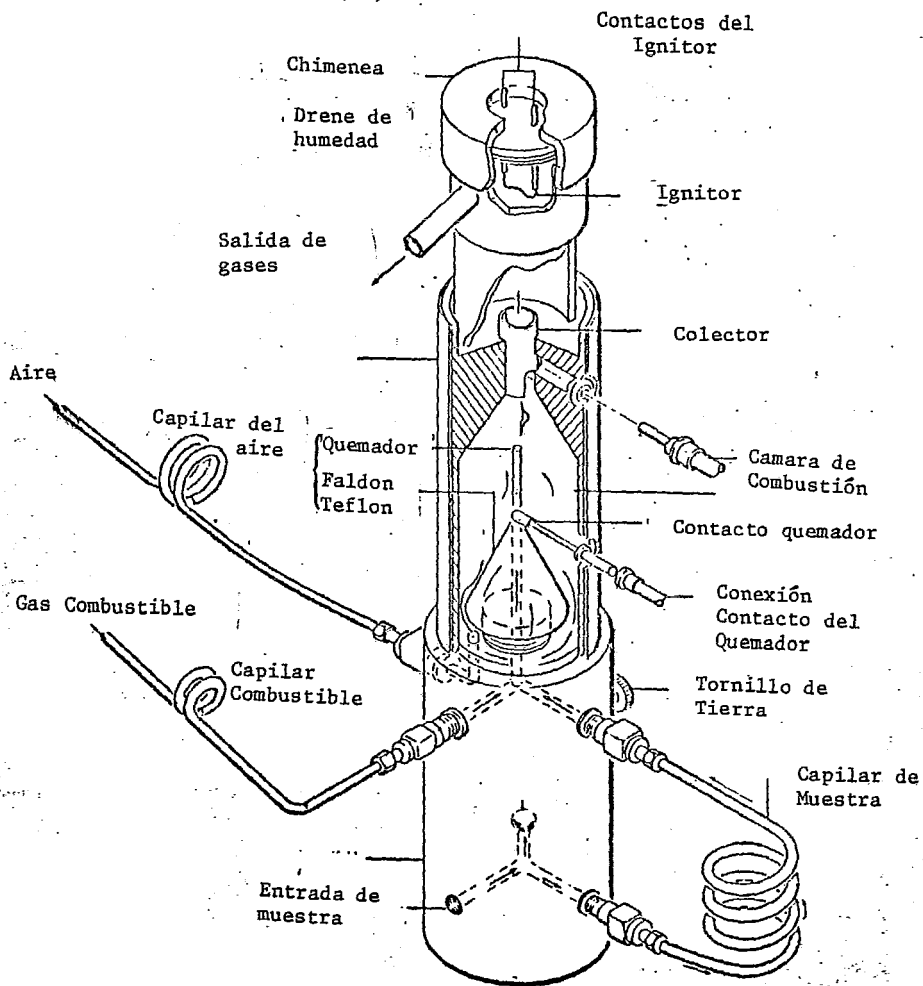
La unidad sensitiva del analizador se encuentra en el quemador. Los componentes principales son: múltiple de admisión, quemador y colector.

El múltiple recibe la muestra y las corrientes de aire y gas; directamente pasan la muestra y el gas a través del quemador a la flama y el aire es suministrado en la perifería de la flama.

La flama formada con hidrógeno se quema al contacto con el aire conteniendo un número pequeño de iones; introduciendo trazas de hidrocarburos dentro de la flama, los hidrocarburos se ionizan, la migración de iones a los electrodos, produce una corriente eléctrica que es detectada, este efecto es la base del método de detección por ionización de flama.

Los elementos eléctricos del quemador son: la vena contracta (jet) del quemador y el colector. El mechero del quemador está conectado a la terminal positiva de una batería de polarización de 90 volts el colector está conectado a la terminal negativa; los dos electrodos polarizados establecen un campo electrostático en las cercanías de la flama. El campo causa la migración de partículas cargadas durante la combustión, los electrones van a la base del quemador y -

FIGURA No.3

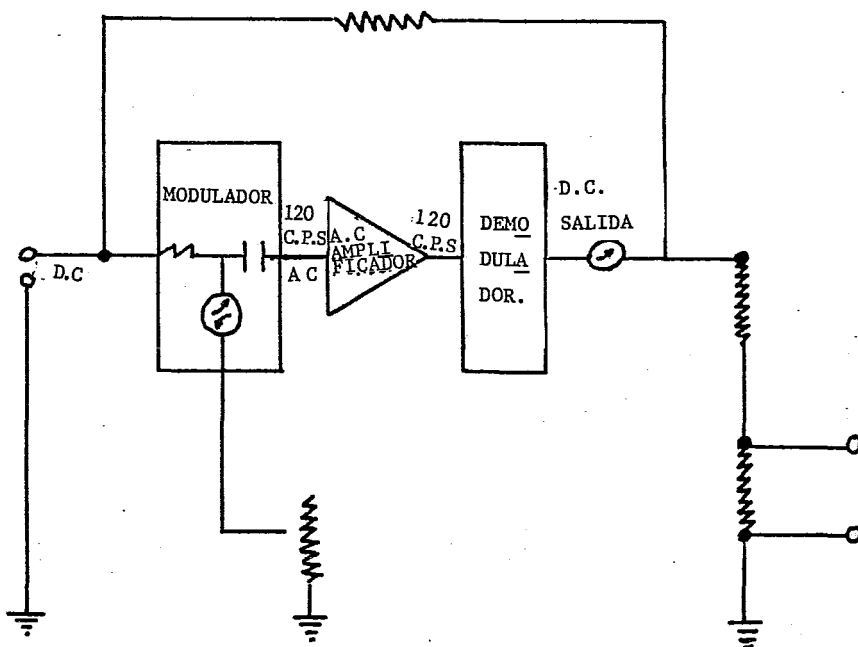


QUEMADOR

los iones positivos al colector, así una pequeña corriente fluye entre los dos.

La corriente generada por el quemador es medida por un amplificador eléctrico, consistente de un modulador, un amplificador de corriente continua, un demodulador, un circuito de medición y un circuito de salida de atenuación.

FIGURA No. 4



La corriente fluye del quemador a una resistencia de medición, en esta forma causa un voltaje de corriente directa que se aplica al modulador, el modulador convierte el voltaje de cada corriente directa a una señal de 120 ciclos por segundo de corriente alterna, que se aplica posteriormente al amplificador. El resultado de la señal amplificada es convertido a corriente directa por el demodulador, entonces es filtrada y aplicada a la salida del atenuador y al medidor.

DESCRIPCION DEL SISTEMA DE FLUJO

Hay tres flujos independientes, cada uno de los cuales debe ser cuidadosamente regulado para obtener resultados válidos y reproducibles.

Cada una de las tres corrientes de gas, están provistas con los siguientes componentes básicos para el control de flujo:

1.- Un regulador de presión ajustable. El regulador de presión de aire y combustible controlan la presión corriente abajo.

El regulador de presión de muestra controla la presión corriente arriba, permitiendo que el exceso de muestra fluya hacia afuera por medio de un "Bypass" de muestra.

2.- Un capilar, seleccionado en tal forma que permite un flujo de gas deseado a una presión de entrada determinada.

3.- Un manómetro, el cual indica la presión en la en-

trada del capilar correspondiente.

La muestra es tomada de una bolsa por medio de una -
bomba para ser regulada como se indicó anteriormente.

El combustible puede ser una mezcla de 40% de hidróge-
no y 60% de nitrógeno, siendo así la velocidad de flujo reco-
mendada de 75 c.c./min; pero en las determinaciones efectua-
das para este trabajo se usó hidrógeno 100% puro con lo que
el flujo de combustible se bajó proporcionalmente.

SISTEMA ELECTRONICO

El sistema electrónico está provisto de un medidor y
cuatro controles: interruptor de corriente, interruptor aten-
nuador, ajuste de cero y vibro cero.

El interruptor de energía consta de tres posiciones:-
"OFF" en ella la corriente alterna está fuera de todo con-
trol electrónico. La posición "ON", en este caso la corrien-
te se aplica a ambos, el circuito y la muestra; y la posi-
ción "IGNITE", que se usa para prender la flama.

INTERRUPTOR ATENUADOR

El interruptor atenuador permite a la corriente de -
sensibilidad del circuito del amplificador decrecer por cual-
quiera de los siguientes factores:

X1, X3, X10, X30, X100, X300, X1000, X3000.

Las atenuaciones corresponden de cero a mil y de cero a tres mil. La atenuación más sensible es X1.

AJUSTE DE CERO.- El control de estandarización se usa para anular corrientes parásitas, cuando el ajuste cero está fijo, la corriente de supresión es igual y opuesta a las corrientes parásitas, debido a eso la resultante es cero.

CONTROL DEL CERO DE LA ESCALA.- Se usa para poner a nivel cero el amplificador. Una posición apropiada es tal que para una señal de entrada del amplificador de cero, también se obtiene una señal de salida del amplificador de cero.

AMPLIFICADOR ELECTRONICO. El amplificador de un detector de ionización es diseñado muy cuidadosamente, puesto que la corriente que debe ser detectada es del orden de 10--12 amperes.

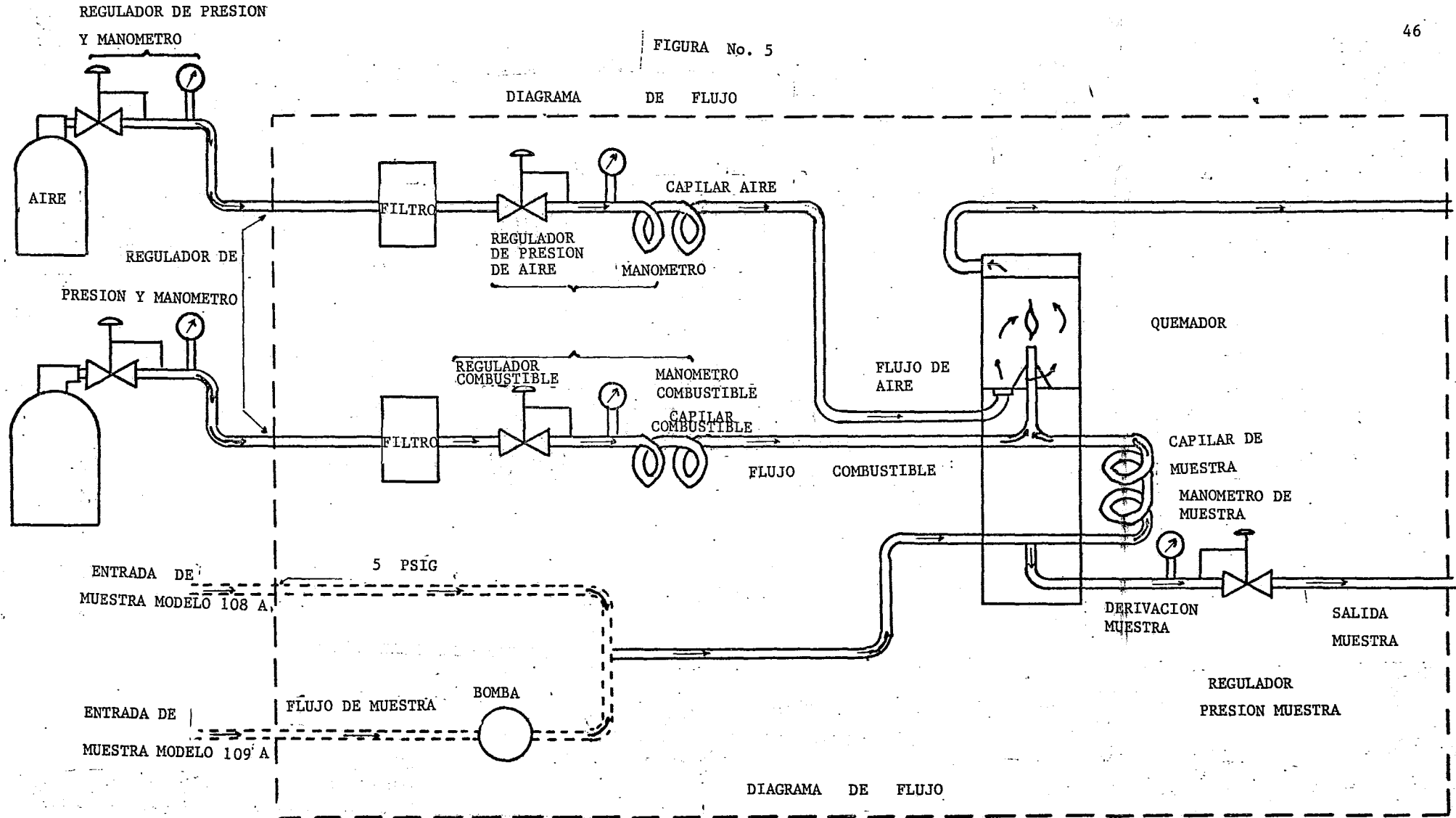
APARATO DE LECTURA

La mayoría de los detectores incorporan un medidor en micro o mili-amperes para conectar la salida al registrador de gráficas de banda. La potencia del instrumento es puramente arbitraria, puesto que es una función de muchas variables, tales como flujo de hidrógeno, aire y muestra, dando -

ventajas en el funcionamiento, en las condiciones de la bate
ría, temperatura ambiente etc., por esto el aparato debe ca-
librarse cada vez que se use.

El registrador conectado al analizador es de 10 mili-
volt, la mayor parte de los registradores tienen un error me
nor de ± 0.5%, mientras que el medidor tiene un error de --
± 2%.

FIGURA No. 5



CAPITULO IV
DETERMINACIONES
SISTEMA ANALITICO

El equipo que se usó para analizar hidrocarburos en la atmósfera fué como se dijo anteriormente un analizador Beckman con detector de la ionización de flama. Modelo 109-A.

Para efectuar la combustión se usa hidrógeno y aire. Se encontró experimentalmente una relación de hidrógeno aire para efectuar una buena combustión y evitar que la flama se extinga por exceso o deficiencia de cualquiera de las dos corrientes; dicha relación fué con una lectura en los manómetros de hidrógeno 0.242 kg./cm^2 . y aire 0.835 kg/cm^2 manométricos.

El hidrógeno y el aire usados provienen de cilindros; los manómetros de presión de los cilindros deben ajustarse 0.35 kg/cm^2 por arriba de la presión de los manómetros del equipo.

Debido a que el aire en el cilindro siempre contiene pequeñas cantidades de hidrocarburos, es necesario pasar una corriente de nitrógeno que anule la señal ocasionada por estas impurezas, este ajuste se logra con el botón de "ganancia" del analizador. El punto cero se obtuvo usando la atenuación X1, que es la escala de detección más sensible.

Una vez obtenido el punto cero, el aparato está listo para la calibración, ésta debe hacerse cada vez que se usa y

también cuando se varía la atenuación. Para la calibración - se usaron gases de concentración conocida de hidrocarburos, - las concentraciones están dadas en partes por millón equivalentes a propano.

Debe escogerse una atenuación y una velocidad de flujo para la muestra. Para este caso la atenuación escogida - fué X 100 y en algunos casos donde el contenido de hidrocarburos es más bajo, se utilizó X 10; la velocidad de flujo - fué la que correspondió a una lectura de 0.14 kg/cm^2 en manómetros.

La velocidad del registrador se ajustó a 10 mm./min, - con las lecturas de los gases de calibración registradas en la carta del registrador se hace una gráfica, poniendo lecturas en las ordenadas y concentración en las abscisas.

Las lecturas de la carta al efectuar los análisis se llevan a la gráfica y directamente se lee la concentración - de hidrocarburos en partes por millón equivalentes a propano.

MUESTREO.

Las muestras de aire por analizar fueron tomadas directamente de la atmósfera usando una bomba de presión positiva y bolsas de "tedlar" con capacidad de 147 litros de gases y dos mangueras de "Tygon".

La bomba y las bolsas están equipadas con filtros --

Millipore, para evitar que las partículas sólidas pasen a la bolsa colectora.

Las mangueras de "Tygon" se conectan en la siguiente forma: una de ellas se coloca a la descarga de la bomba por un lado y la otra punta a la bolsa colectora, la segunda manguera, por un extremo se coloca a la succión de la bomba y el otro extremo se pone directamente a la atmósfera.

La presión a la cual se regula la bomba para recoger las muestras es ligeramente superior a la presión atmosférica.

El material de las bolsas en que fué colectada las muestras fué "Tedlar", se escogió este material por ser inerte, no poroso e impermeable a los diversos contaminantes. La bolsa de "Tedlar" tiene una cubierta negra con objeto de disminuir las reacciones fotoquímicas.

Con objeto de obtener muestras representativas del aire de la atmósfera, las operaciones de muestreo se efectuaron durante veinticuatro horas consecutivas.

SELECCION DE LUGARES DE MUESTREO.

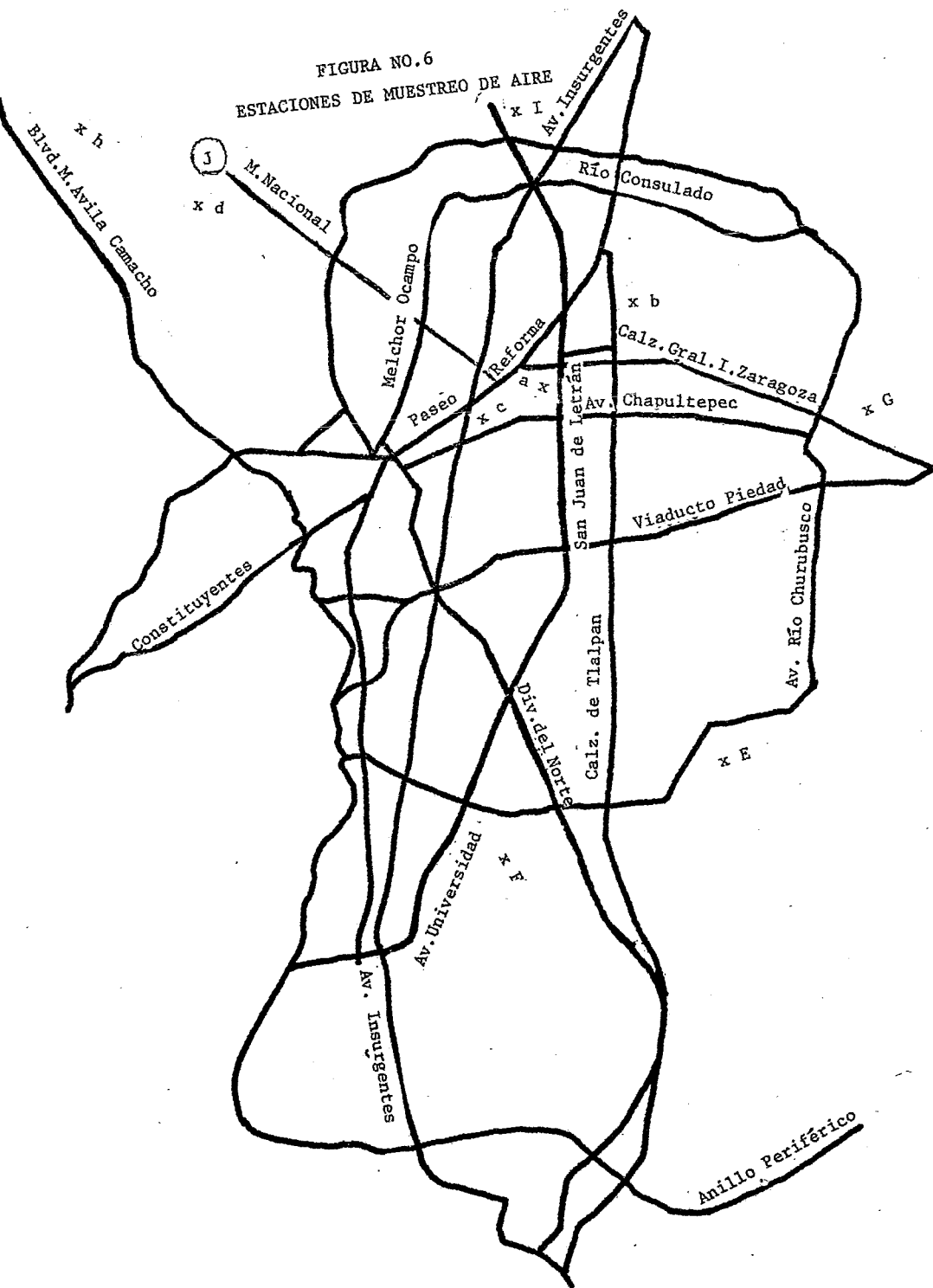
Se seleccionaron diez lugares de muestreo en la zona metropolitana de la ciudad de México, tomando en consideración dos factores: 1o.) intensidad de tránsito de vehículos de combustión interna y 2o) concentración de industrias.

Los lugares escogidos fueron: En el centro de la ciu-

dad tres puntos, a) San Juan de Letrán y Artículo 123; b) Hé roes de Granaditas y Manuel Doblado, y c) Niza y Avenida Cha pultepec; estos como puntos de alta intensidad de tránsito - de vehículos de combustión interna. Las zonas habitacionales muestreadas fueron: d) Clavería, e) Ixtapalapa, f) Coyoacán, g) Ignacio Zaragoza y h) Ciudad Satélite. Las zonas indus - triales muestreadas fueron: i) Industrial Vallejo y j) Refi - nería Azcapotzalco.

En los lugares que se consideró que el contenido de - hidrocarburos en la atmósfera dependía grandemente del trán - sito de vehículos automotores, se tomaron muestras de lunes - a sábado y otras muestras los domingos, esto se hizo en las - tres primeras localizaciones, con objeto de poder observar - la importancia del tránsito de vehículos automotores en la - concentración por hidrocarburos a la atmósfera.

FIGURA NO.6
ESTACIONES DE MUESTREO DE AIRE



CAPITULO V

RESULTADOS

El contenido de hidrocarburos en las muestras tomadas en diferentes lugares de la Ciudad de México, se muestran en las siguientes tablas:

Tabla No. IV Concentración de hidrocarburos en la atmósfera en el Centro de la ciudad.

Localización	lunes a sábado	domingos
a S. Juan de Letrán y Artículo 123	29.6 ppm.	5.5 ppm.
b Héros de Granaditas	12.5 ppm.	6.4 ppm.
c Niza y Avenida Chapultepec	10.3 ppm.	4.8 ppm.

Tabla No. V concentración de hidrocarburos en la atmósfera en zonas habitacionales.

Localización	lunes a domingo
d Clavería	8.2 ppm.
e Ixtapalapa	7.5 ppm.
f Coyoacán	5.4 ppm.
g Ignacio Zaragoza	10.1 ppm.
h Ciudad Satélite	5.7 ppm.

Tabla No. VI concentración de hidrocarburos en la atmósfera en Zonas Industriales.

Localización	Lunes a domingo
i Industrial Vallejo	6.5 ppm.
j Refinería Azcapotzalco	35.2 ppm.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES.

Analizando los resultados de la tabla IV, se observa que la concentración de hidrocarburos en la atmósfera de la Ciudad de México, en los meses de mayo a julio de 1973, osciló entre 5.7 partes por millón y 35.2 partes por millón de lunes a sábado y los domingos de 4.8 partes por millón a 10.1 partes por millón.

Encontrándose que los lugares de muestreo con mayor concentración de hidrocarburos en la atmósfera fueron los localizados en:

1.- Refinería "18 de Marzo", con un promedio de 35.2 partes por millón de hidrocarburos durante toda la semana. (Esta muestra fué tomada en el patio de tanques de almacenamiento).

2.- Centro de la ciudad de México, en la esquina que forman las calles de San Juan de Letrán y Artículo 123. De lunes a sábado un promedio de 29.6 partes por millón y de 5.5 partes por millón el día domingo. Esta última por la disminución del tránsito de vehículos.

En las cinco zonas habitaciones estudiadas (Tabla V), se observó que el contenido de hidrocarburos en la atmósfera es muy uniforme durante toda la semana y osciló entre 10.1 y 5.4 partes por millón.

Ciudad Satélite y Coyoacán fueron las zonas habitacio

nales que arrojaron el menor contenido de hidrocarburos en la atmósfera. El análisis de la atmósfera de la colonia Ignacio Zaragoza, resultó el de mayor concentración de hidrocarburos (10.1 partes por millón), debido probablemente a la cercanía del Aeropuerto "Benito Juárez" y al tráfico de vehículos que esto ocasiona.

En la Zona Industrial Vallejo (Tabla No. VI), había en su atmósfera un promedio de 6.5 partes por millón de hidrocarburos de lunes a domingo, encontrándose con las mismas concentraciones que en las zonas habitacionales.

De aquí la importancia de conocer con exactitud la concentración de hidrocarburos, en lugares donde la cantidad de vehículos es sumamente alta, como es el caso del Distrito Federal, por lo tanto se considera que deben llevarse a cabo análisis constantemente, y tomar medidas para evitar que las concentraciones de hidrocarburos lleguen a ser perjudiciales a la vida humana, vegetal y animal.

CAPITULO VII.

BIBLIOGRAFIA.

- 1.- A COMPILATION OF AIR POLLUTANT EMISSION FACTORS FOR COMBUSTION PROCESSES, GASOLINE EVAPORATION, AND SELECTED INDUSTRIAL PROCESSES.

Martin Mayer

Technical Assistance Branch

Division of air Pollution

Cincinnati, Ohio - 1965

- 2.- AIR QUALITY CRITERIA FOR HYDROCARBONS.

U.S. Department of Health, Education and Welfare.

Public Health Service

Environmental Health Service

- 3.- AIR POLLUTION CONTROL.

Werner Strauss - 1966.

- 4.- ATMOSPHERIC

EMISSIONS FROM FUEL OIL COMBUSTION.

Walter S. Smith.

Technical Assistance Branch.

Division of Air Pollution.

Cincinnati, Ohio 1962

- 5.- ATMOSPHERIC EMISSIONS FROM PETROLEUM REFINERIES.

U.S. Department of Health, Education, And Welfare.

Public Health Service - Division of air Pollution - 1962

- 6.- BASIC GAS CHROMATOGRAPHY.
H. M. Mc Nair & E. J. Bonelli.
Varian Aerograph - 1969.
- 7.- BECKMAN INSTRUMENTS, I.N.C.
SCIENTIFIC AND INSTRUMENTS DIVISION
Fullerton, California - 1966
- 8.- BOLETIN BECKMAN INSTRUMENTS CO. I.R. 4055A.
CONTINUOUS.
Infrared Analyzers.
Fullerton California - 1966.
- 9.- CONTAMINACION DEL AIRE.
Ing. Ricardo Haddad.
- 10.- ESTUDIOS DE CONTAMINACION EN EL DISTRITO FEDERAL.
Ing. Jorge Mencarini - 1970.
- 11.- MONITORING METHANE IN ATMOSPHERE WITH A
FLAME IONIZATION DETECTOR.
Anal. Chem - 1966
- 12.- PHOTOCHEMICAL ASPECTS OF AIR POLLUTION: A REVIEW.
Environmental Science & Technology.
Altshuller A.P. and Fufalini J.J. - 1971.
- 13.- PROGRAM AREA COMMITTEE ON AIR POLLUTION.
American Public Health Association.
New York - 1969

14.- REACTIVITY OF ORGANIC SUBSTANCES IN ATMOSPHERIC
PHOTOOXIDATION REACTIONS.

A. P. Altshuller.- 1966.

15.- THE COMPOSITION OF EXHAUST GASES FROM DIESEL,
GASOLINE AND PROPANE MOTOR COACHES.
48th Annual Meeting of the Air Pollution Control
Association.

General Motor Research Laboratories,
Detroit, Michigan - 1955.

Impresiones "Aries"

Consuelo Moreno Pérez

COLOMBIA 2 ALTOS 2. 526-04-72
MEXICO 1, D. F.